

7.1 Considere electrões livres numa caixa de dimensões $L \times L \times L$, e com condições de barreira infinita na fronteira, ou seja $\psi(0, y, z) = \psi(L, y, z) = 0$, etc. . .

- Mostre que se obtêm vectores de onda que não existem com condições de fronteira periódicas.
- Calcule a densidade de estados para estas condições de fronteira. Compare com o valor para condições de fronteira periódicas

7.2 Considere electrões livres num sólido de volume V e forma arbitrária. Calcule a energia de Fermi usando a regra que a cada estado quântico corresponde a um “Volume” h^3 no espaço de fase clássico.

7.3 O isótopo He^3 tem um spin $1/2$ e é um fermião. A densidade do He^3 líquido perto do zero absoluto é de 0.081 g/cm^3 .

- Qual é a energia de Fermi desse isótopo perto do zero absoluto (em eV)? A que temperatura corresponde?
- Qual é a densidade de estados ao nível de Fermi em estados/eV para uma amostra de 1 g de He^3 ?

7.4 Calcule a primeira correcção à dependência do potencial químico na temperatura para um gás de Fermi a densidade constante.

A densidade de estados do gás de Fermi a 3 dimensões é $g(E) = C\sqrt{E}$.

Use a seguinte aproximação

$$\int_0^\infty \frac{\sqrt{y}}{e^{y-x} + 1} dy = \frac{2}{3}x^{\frac{3}{2}} \left(1 + \frac{\pi^2}{8} \frac{1}{x^2} + O\left(\frac{1}{x^4}\right) \right)$$

7.5 Suponha que pode aplicar o modelo de electrões livres ao magnésio. O magnésio tem dois electrões de valência por átomo, uma densidade atómica $n_{\text{at}} \simeq 4.3 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$, e uma resistividade de $\rho = 4.3 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ à temperatura ambiente. Considere uma amostra de $V = 0.5 \text{ cm}^3$ de magnésio

- Qual é o vector de onda de Fermi?
- Qual é a energia de Fermi em eV?
- Qual é a densidade de estados ao nível de Fermi em estados/eV?
- Qual é o coeficiente Hall que esperaria observar? Comente o facto de o valor experimental ser $R_H = -0.82 \times 10^{-10} \text{ m}^3 \text{ C}^{-1}$.
- Qual é o livre percurso médio dos electrões (à temperatura ambiente)? Compare qualitativamente com as distâncias interatómicas.